

Die Governance der Bioökonomie - Herausforderungen einer Nachhaltigkeitstransformation am Beispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland

Gawel, Erik; Purkus, Alexandra; Pannicke, Nadine; Hagemann, Nina

Veröffentlichungsversion / Published Version

Arbeitspapier / working paper

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Gawel, E., Purkus, A., Pannicke, N., & Hagemann, N. (2016). *Die Governance der Bioökonomie - Herausforderungen einer Nachhaltigkeitstransformation am Beispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland*. (UFZ Discussion Papers, 2/2016). Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-47319-9>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-SA Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-SA Licence (Attribution-NonCommercial-ShareAlike). For more information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

UFZ-Diskussionspapiere

Department of Economics

2/2016

Die Governance der Bioökonomie – Herausforderungen einer Nachhaltigkeitstransformation am Beispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland

Erik Gawel, Alexandra Purkus, Nadine Pannicke, Nina Hagemann

Juni 2016

Die Governance der Bioökonomie – Herausforderungen einer Nachhaltigkeitstransformation am Beispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland

Erik Gawel^{1,2}, Alexandra Purkus¹, Nadine Pannicke¹, Nina Hagemann¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Department Ökonomie

² Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement, Universität Leipzig

Kontakt: erik.gawel@ufz.de

Zusammenfassung Um die Nachhaltigkeit wirtschaftlicher Prozesse und Produkte dauerhaft zu erhöhen, ist ein Übergang von der gegenwärtigen, vorwiegend auf fossilen Rohstoffen basierenden „Durchflusswirtschaft“ zu einer auf nachwachsende Rohstoffe ausgerichteten Kreislaufwirtschaft, der sogenannten Bioökonomie, notwendig. Hierfür bedarf es eines geeigneten Governance-Rahmens mit (i) einer „Ermöglichungsfunktion“, die faire Wettbewerbsbedingungen für effiziente Allokationsentscheidungen über biogene Ressourcen schafft, aber auch (ii) einer „Beschränkungsfunktion“, welche die Nachhaltigkeit einer stärkeren Nutzung biobasierter Ressourcen sichert. Ein Pfadübergang wird jedoch u. a. durch interagierende Marktversagen, die Allokationsentscheidungen verzerren, sowie durch Unsicherheiten bezüglich der wirtschaftlichen, ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen verschiedener biobasierter Produktionspfade erschwert. Darüber hinaus erfordert der Übergang zu einem neuen „upper state“-Nachhaltigkeitsgleichgewicht auch ein entsprechendes politökonomisches Gleichgewicht auf Regulierungsmärkten, das erforderliche Transformationspolitiken realisierbar macht. Dieser Beitrag diskutiert die Herausforderungen, die mit dem Aufbau eines wirksamen Governance-Rahmens für die Bioökonomie verbunden sind. Anhand einer Fallstudie der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland wird untersucht, wie die „ermöglichenden“ und „beschränkenden“ Governance-Funktionen in der Praxis umgesetzt werden. Auf dieser Grundlage werden Weiterentwicklungsempfehlungen abgeleitet.

Schlagworte: Bioökonomie; Holz; Governance; Politikinstrumente; Pfadabhängigkeiten; Deutschland

1 Problemstellung: Bioökonomie als Resultat einer Nachhaltigkeitstransformation

Der Übergang zu einer auf erneuerbaren Ressourcen und Kreislaufführung basierenden Bioökonomie wird als vielversprechender Ansatz betrachtet, um die Nachhaltigkeit ökonomischer Prozesse und Produkte dauerhaft zu erhöhen (Europäische Kommission, 2012; OECD, 2009). Entsprechend wurde die Förderung der Bioökonomie in den letzten Jahren von der EU (Europäische Kommission, 2012) und einigen Mitgliedstaaten, wie etwa Deutschland (BMBF und BMEL, 2014; BMEL, 2014a, BMBF, 2010), zum strategischen Ziel ausgerufen. Auch international wächst das politische Interesse (McCormick und Kautto, 2013). Die Definition des Begriffs der Bioökonomie wird allerdings nach wie vor diskutiert (siehe etwa Staffas et al., 2013; Schmid et al., 2012). Die Europäische Kommission (2012, p. 3 f.) beschreibt die Bioökonomie als eine Wirtschaftsweise, welche „die nachhaltige Produktion erneuerbarer biologischer Ressourcen und die Umwandlung dieser Ressourcen und Abfallströme in Produkte mit einem Mehrwert, wie Lebensmittel, Futtermittel, biobasierte Produkte und Bioenergie, umfasst. Die der Bioökonomie zuzurechnenden Sektoren und Branchen verfügen über ein hohes Innovationspotenzial, insofern als sie ein breites Spektrum von Wissenschaften, Basistechnologien und Industrietechnologien sowie das vor Ort vorhandene implizite Wissen nutzen“.

Die bloße Substitution fossiler Rohstoffe durch biogene Ressourcen garantiert allerdings noch keine Entwicklung hin zu mehr Nachhaltigkeit. Das Beispiel „Bioenergie“ hat gezeigt, dass der Einsatz von Biomasse anstelle fossiler Energieträger weder per se ökonomisch effizient noch ökologisch nachhaltig ist. Vielmehr bedarf es expliziter Sicherungen von ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit durch geeignete „Governance-Ansätze“. Anzustreben ist daher, Bioökonomie-Konzepte zur Gestaltung eines umfassenden, effizienten Pfadübergangs von der gegenwärtigen, vorwiegend auf fossilen Rohstoffen basierenden „Durchfluss- und Senkenwirtschaft“ zu einer auf erneuerbare Ressourcen ausgerichteten Kreislaufwirtschaft mit Nachhaltigkeitsleitplanken aufzufassen (Staffas et al., 2013; Richardson, 2012; BMEL, 2014a; Pannicke et al., 2015). Dies erfordert neben der Input-Substitution auch die Schließung von Stoffströmen in industriellen Prozessen und die Umsetzung signifikanter Steigerungen in der Ressourceneffizienz durch Innovation (vgl. etwa Carus et al., 2014; Bioökonomierat, 2010). Gleichzeitig muss die Nachhaltigkeit der (biogenen und nicht-biogenen) erneuerbaren Ressourcenbasis gesichert werden.

Diese normative Vision einer „nachhaltigen Bioökonomie“ (dazu Pannicke et al., 2015) setzt sich deutlich ab von eher industriepolitischen Bioökonomie-Ansätzen, die schwerpunktmäßig auf die Inwertsetzung biogener Ressourcen abstellen und in ihrer fehlenden Nachhaltigkeits-sicherung zu Recht in der Kritik stehen (siehe etwa Wagner, 2015; Schmid et al., 2012). Hier beschreibt Bioökonomie lediglich deskriptiv eine Wirtschaftsweise, deren Wertschöpfung ganz, überwiegend oder zunehmend auf biogenen Rohstoffen als Inputs beruht und damit wesentlich durch die Substitution fossiler Rohstoffe (oder gar nur der Erschließung zusätzlicher biogener Ressourcen) und ertragssteigernder Technologien (z. B. grüne Gentechnologie) gekennzeichnet ist. Bioökonomie wäre dann als spezieller Wirtschaftszweig zu verstehen, d. h. als Inbegriff jener Wirtschaftssektoren, die biogene Rohstoffe gewinnen, nutzen, verarbeiten und vertreiben. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe (Bioökonomie als Substitution der Rohstoffbasis) garantiert freilich – wie das Beispiel Bioenergie gezeigt hat – weder per se Nachhaltigkeit aller darauf gestützten Produktions- und Konsumprozesse noch erzeugt er zwingend volkswirtschaftliche Mehrwerte gegenüber einer konventionell fossilen Ökonomie.

Nachfolgend wird hier der normativen Konzeption einer „nachhaltigen Bioökonomie“ gefolgt und unterstellt, dass es zumindest langfristig ein effizientes „upper state“-Gleichgewicht geben mag, in dessen Richtung ein Pfadübergang als Austritt aus dem für den Energiebereich vieldiskutierten, aber auch stofflich relevanten *carbon lock-in* (Unruh, 2000; Unruh, 2002) zu organisieren ist. Es stellt sich daher die Frage, wie eine solche Transformation angemessen angesteuert werden kann (Governance-Herausforderung).

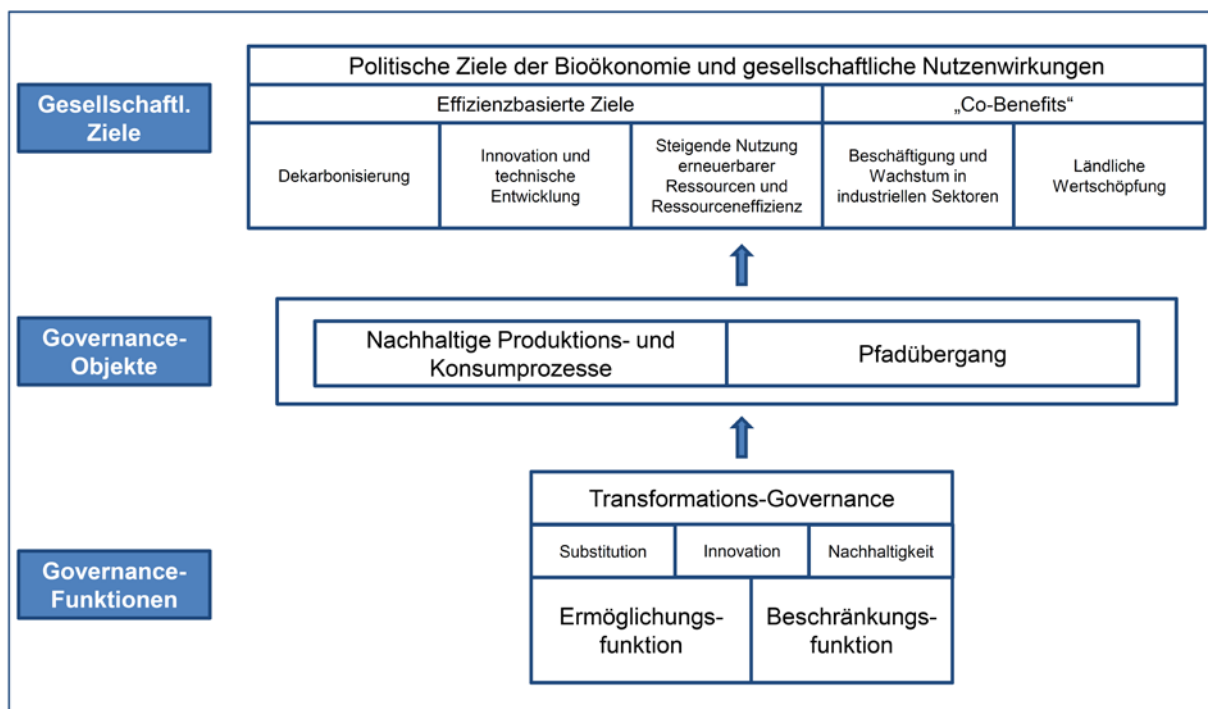
Ausgangspunkt sind dabei die Zielstellungen der Transformation. Die gegenwärtigen politischen Bioökonomie-Strategien sind mit verschiedenen gesellschaftlichen Zielsetzungen verbunden – hierzu zählen Klima- und Umweltschutz, die Diversifizierung von Energiequellen und Sicherung von Energieversorgungssicherheit, technischer Fortschritt und Innovation, Wachstum und Beschäftigung sowie Wertschöpfung im ländlichen Raum (Europäische Kommission, 2012, Bioökonomierat, 2015a). Zwischen diesen Zielen gibt es jedoch nicht nur erhebliche Unterschiede (effizienzbezogene Ziele und sog. Co-Benefits), sondern auch erhebliches Konfliktpotenzial. Insbesondere steigert eine Ausweitung der Bioökonomie den Druck auf natürliche Ökosysteme, die biogene Ressourcen bereitstellen müssen, wodurch sich mögliche Beeinträchtigungen umweltpolitischer Ziele ergeben. Deshalb ist ein wirksamer Governance-Rahmen, der den Pfadübergang angemessen steuert und die Nachhaltigkeit von

Produktions- und Konsumprozessen befördert, aus ökonomischen und ökologischen Gründen zwingend notwendig. Dieser Rahmen muss dabei zwei grundlegende Funktionen erfüllen:

- eine *Ermöglichungsfunktion*, die Wettbewerbsverzerrungen zu Lasten von Bioökonomie-Prozessen und -Produkten beseitigt und effiziente Allokationsentscheidungen darüber ermöglicht;
- eine *Beschränkungsfunktion*, welche die Nachhaltigkeit einer stärkeren Nutzung biobasierter Ressourcen umfassend sicherstellt und nicht-nachhaltige Nutzungspfade effizient ausliest.

Im Zusammenspiel kommt „Ermöglichungs-“, und „Beschränkungsfunktion“ dabei nicht nur die Aufgabe zu, Anreize für die *Substitution* fossiler Ressourcen zu setzen und Nachhaltigkeit zu sichern. Von zentraler Bedeutung ist ebenfalls, dass *Innovations*bestrebungen im Bereich der biogenen und nicht-biogenen erneuerbaren Ressourcen gestärkt werden, um durch verbesserte Ressourcenproduktivität den Druck auf die bereitstellenden Ökosysteme insbesondere bei Hochskalierung biogener Ressourcenumsätze für wirtschaftliche Zwecke zu begrenzen und ggf. sogar zu verringern (BMEL, 2014a; Carus et al, 2014; Bioökonomierat, 2013). In Abbildung 1 ist die Rolle der Bioökonomie-Governance zusammenfassend dargestellt.

Abb. 1 Die Rolle der Bioökonomie-Governance



Die Gestaltung eines dafür geeigneten Governance-Rahmens stellt allerdings eine erhebliche Herausforderung dar. Im Allgemeinen umfassen Governance-Optionen eine große Bandbreite an staatlichen und nicht-staatlichen Koordinierungsmechanismen. Märkte und hierarchische Regierungsinterventionen stellen nur die Endpunkte des Spektrums dar; dazwischen finden sich hybride Governance-Formen wie etwa Netzwerke, Vereinigungen oder private und öffentlich-private Verhandlungsmechanismen (Benz, 2006: 9 ff.). Um bewerten zu können, welche Art von Rahmen benötigt wird, um die „Ermöglichungs-„ und „Beschränkungs-funktionen“ der Bioökonomie-Governance zu erfüllen, ist eine Analyse von Governance-Herausforderungen sowie von Schwächen und Stärken verschiedener Governance-Optionen im Umgang mit ihnen erforderlich. Allgemein betrachtet kann eine Governance-Analyse als Analyse der Regelungsstruktur, die das Handeln interdependenter Akteure koordiniert, beschrieben werden (Mayntz, 2005: 11; Benz, 2006: 9 ff.).

Dieser Beitrag widmet sich der Frage, welche Rolle ein Governance-Rahmen bei der Steuerung zukünftiger Bioökonomieentwicklungen einzunehmen hat (Abschnitt 2). Zudem wird am Fallbeispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland untersucht, wie die „ermöglichenden“ und „beschränkenden“ Funktionen der Bioökonomie-Governance in der Praxis umgesetzt werden (Abschnitt 3). Die holzbasierte Bioökonomie stellt einen Teilbereich der Bioökonomie dar und umfasst die materielle und/oder energetische Nutzung von ligninhaltigen und somit festen Teilen von Stämmen, Ästen und Zweigen von Gewächsen, z. B. Bäumen und Sträuchern (vgl. Hagemann et al., 2016, Ollikainen, 2014). Dies schließt Holz aus Wäldern (wie etwa Rundholz, Faserholz und Waldrestholz), Holz aus Kurzumtriebsplantagen und Reststoffe aus der Landschaftspflege sowie Nebenprodukte, Holzverarbeitungsreste und recyceltes Holz ein. Als Fallstudie ist die holzbasierte Bioökonomie insbesondere deshalb interessant, weil sie jedenfalls auf Produktebene nicht in direktem Wettbewerb zur Nahrungsmittelproduktion steht. Angesichts der „Tank-oder-Teller“-Debatte um Energiepflanzen ist das Interesse an Rohstoffen, die nicht der Lebensmittelerzeugung dienen, in den letzten Jahren gestiegen (Ollikainen, 2014; Carus und Dammer, 2013; Limayem und Ricke, 2012). Während einige konventionelle Nutzungsmöglichkeiten von Holzmaterialien (z. B. Holzpellets, Papier und Möbel) weit verbreitet sind, bleiben Angebot und Nachfrage im Bereich innovativer holzbasierter Anwendungen bislang niedrig, obwohl politische Strategien darauf abzielen, Innovationen und deren Markteintritt zu fördern (De

Besi und McCormick, 2015).¹ Anhand der Erkenntnisse dieser Fallstudie werden zentrale Herausforderungen und Perspektiven für die weitere Entwicklung des Bioökonomie-Governance-Rahmens diskutiert (Abschnitt 4).

2 Zur Rolle von Bioökonomie-Governance: Ziele und Elemente der Steuerung eines Pfadübergangs

2.1 Elemente einer Bioökonomie-Governance

Als eine „Regelungsstruktur“ (Mayntz, 2005: 14) umfasst ein Governance-Rahmen verschiedene institutionelle Elemente (siehe Scharpf, 2000: 91; Köck, 2005: 323; Benz, 2006: 14; Mayntz, 2005; Williamson, 1985), die auch für die Forschung zur Governance der Bioökonomie von Interesse sind:

- *Interaktionsformen* (wie einseitiges Vorgehen, Verhandlung, Mehrheitsentscheidung, hierarchische Steuerung), die bestimmte Governance-Strukturen kennzeichnen (z. B. Märkte, relationale Verträge, Netzwerke, Hierarchien etc.).
- *Institutioneller Kontext von Interaktionen*: Institutionen können als formelle und informelle Regeln und Verträge (inklusive Durchsetzungsmechanismen) begriffen werden, die – in ihrer Gesamtheit, als im Laufe der Zeit entstandenes System mit mehreren interagierenden Ebenen – individuelles Verhalten lenken (vgl. Richter und Furubotn, 2003: 7; North, 1990: 3). Governance-Strukturen sind Teil dieses „verschachtelten institutionellen Rahmens“ (Williamson, 2000: 597).
- *Akteure* (einschließlich Individuen, Organisationen, gesellschaftlicher Teilsysteme und Staaten): Diese spielen eine doppelte Rolle: Interaktionsformen und der institutionelle Rahmen beeinflussen das Handeln der Akteure; andererseits können die Akteure aber auch auf die Ausgestaltung der Regelungsstruktur einwirken (oder es zumindest versuchen).

¹ Siehe Pannicke et al., 2015; Hagemann et al., 2016 für eine Analyse des Status quo der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland.

In der Literatur finden sich verschiedene Konzepte von Governance. Im engeren Sinne wird der Begriff „Governance“ mitunter ausschließlich für nicht hierarchische Koordinationsmechanismen verwendet – dieses Verständnis spiegelt eine Forschung wider, welche v. a. die Rolle von Nicht-Regierungsakteuren in Governance-Prozessen untersucht (siehe z. B. Rhodes, 1996). Im Folgenden soll allerdings eine weiter gefasste Definition verwendet werden, die Märkte und Hierarchien als Endpunkte eines breiten Spektrums möglicher Governance-Strukturen mit umfasst (nach Köck, 2005; Mayntz, 2005; Benz, 2006; Williamson, 1985).

Beispiele für Governance-Strukturen, die eher am hierarchischen Ende des Spektrums anzusiedeln sind, sind Regulierung, Verwaltung oder die hierarchische Organisation von Produktionsprozessen in Firmen, je nach untersuchter Fragestellung (Benz, 2006: 9). Bei der Regelung von Transaktionen mit unterschiedlichen Merkmalen (wie Unsicherheit, die Häufigkeit ihres wiederholten Auftretens und Faktorspezifität als zentrale Dimensionen) können sich unterschiedliche Governance-Strukturen als vorteilhaft erweisen, d. h. zu vergleichsweise geringeren Kosten bei der Koordination der Transaktionen führen (Williamson, 1985; Williamson, 1996). So sind etwa Governance-Strukturen, die eher am Markt-Ende des Spektrums einzuordnen sind, mit einer hohen Anreizintensität verbunden, da Akteure die Folgen ihres Handelns selbst tragen müssen. Wenn sich Rahmenbedingungen ändern oder andere Störereignisse auftreten, werden sie daher selbständig nach kosteneffizienten Lösungen suchen und dabei das ihnen zur Verfügung stehende, durch besondere örtliche und zeitliche Umstände geprägte Wissen nutzen (Hayek, 1945; Williamson, 1996: 101 f.). Stärker hierarchische Governance-Strukturen hingegen bieten höhere Planungssicherheit für Investitionen und ermöglichen koordinierte Reaktionen auf Störereignisse, sind aber zu einem höheren Grad von zentral verfügbarem Wissen abhängig (Williamson, 1996: 103). Da die aus bestimmten Handlungen resultierenden Gewinne und Verluste nicht länger in der alleinigen Verantwortung des einzelnen Akteurs liegen, nimmt die Anreizintensität ab. Marktbasierte Anreize müssen durch administrative Überwachung und Durchsetzungsmechanismen ersetzt werden, was mit bürokratischen Kosten verbunden ist (Williamson, 1996: 103 f.).

Wendet man die Governance-Perspektive auf das Problem der Transformation hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie an, stellt sich eine Reihe relevanter Forschungsfragen. So ist zunächst interessant, welche Arten und Kombinationen von Governance-Strukturen für die Steuerung des Transformationsprozesses vielversprechend sind. Dies erfordert eine Analyse der Entscheidungsregeln, mit denen sich Akteure konfrontiert sehen und die aus der

Interaktion aller relevanten Governance-Strukturen, den durch diese bedingten Interaktionsformen, und dem breiteren institutionellen Kontext erwachsen. Zweitens stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen ein Governance-Rahmen zustande kommen kann, der für eine Nachhaltigkeitstransformation förderlich ist – hierfür ist eine Analyse der Interessen der Akteure sowie des Angebots an und der Nachfrage nach Regeländerungen am politischen Markt nötig (siehe Pannicke et al., 2015). Eine umfassende Behandlung eines solchen Forschungsprogramms würde den Rahmen des Papiers sprengen. Als erster Schritt werden im folgenden Abschnitt die zentralen Herausforderungen untersucht, die Governance-Strukturen bei der Transformation zu einer Bioökonomie adressieren müssen. Anschließend wird in Kapitel 3 analysiert, wie diesen Herausforderungen im Fallbeispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland begegnet wird.

2.2 Herausforderungen für Märkte und staatliche Interventionen bei der Erfüllung grundlegender Funktionen der Bioökonomie-Governance

Wie bereits in der Einleitung erläutert wurde, kommt dem Governance-Rahmen bei der Steuerung von Bioökonomieentwicklungen sowohl eine „ermöglichende“ als auch eine „beschränkende“ Funktion zu. Die „Ermöglichungsfunktion“ muss einen effizienten Pfadübergang weg von einer auf fossilen Rohstoffen basierenden Durchflusswirtschaft unterstützen, während die „Beschränkungsfunktion“ sicherstellen muss, dass dieser Übergang tatsächlich zu einer größeren Nachhaltigkeit der wirtschaftlichen Aktivitäten führt. Zudem muss er Innovationen anregen, die sowohl den Druck auf die Ökosysteme reduzieren als auch die Kosten bioökonomischer Prozesse und Produkte senken. Bei der Steuerung von Innovations- und Substitutionsprozessen muss nicht nur die ökologische Nachhaltigkeit der Transformation sichergestellt werden, sondern auch die wirtschaftliche und soziale: Die Bioökonomie muss Produkte erzeugen, die wenigstens langfristig wettbewerbsfähig sind und den Ansprüchen der Verbraucher genügen, und der Übergang muss auf gesellschaftliche Akzeptanz stoßen. Der folgende Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die zentralen Probleme, mit denen Märkte und staatliche Interventionen als zwei sich gegenüberstehende Governance-Archetypen bei dem Versuch, die genannten Funktionen zu erfüllen, konfrontiert sind (nach Purkus, 2016). Natürlich ist die Bandbreite der möglichen Governance-Strukturen deutlich größer, die grundlegenden Herausforderungen bleiben jedoch dieselben. Wie stark sie jeweils ausgeprägt sind, hängt bei hybriden Governance-Strukturen von der genauen Kombination marktbasierter und hierarchischer Elemente ab.

Prinzipiell stellen Prozesse und Produkte, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, marktfähige, private Güter dar, für die sowohl Ausschließbarkeit als auch Rivalität im Konsum zutreffen. Damit sind sie grundsätzlich für eine Allokation durch den Marktmechanismus geeignet. Aufgrund mehrerer, sich gegenseitig beeinflussender Marktversagen können jedoch Märkte allein die „Ermöglichungs-„ und „Beschränkungsfunktionen“ der Bioökonomie-Governance nicht erfüllen. So sind Treibhausgasemissionen und andere schädliche Umweltfolgen einer Nutzung fossiler Ressourcen (wie Landschaftszerstörung durch Bergbau, Luftverschmutzung, Abfall) mit negativen externen Effekten verbunden, die sich nicht ausreichend in Marktpreisen spiegeln (Jenkins, 2014; Lahl, 2014). Umwelteffekte verzerren allerdings nicht nur den Wettbewerb zwischen fossil- und bio-basierten Produktionspfaden, sondern auch zwischen verschiedenen Wertschöpfungsketten der Bioökonomie, z. B. hinsichtlich der Treibhausgasbilanz und der Auswirkungen auf die Biodiversität oder die Wasser- und Bodenqualität (Adler et al., 2015: 20 ff.). Zudem erzeugen Investitionen in Innovationen sowie der Einsatz neuer Technologien einen Zuwachs an Wissen und sorgen für Lerneffekte, was einen positiven externen Effekt hervorruft (Fischer und Newell, 2008; Jaffe et al., 2005). Da Investoren nicht in der Lage sind, sich alle Erträge ihrer Investitionen anzueignen, führt dies aus volkswirtschaftlicher Sicht zu unzureichenden Investitionen in Innovation und Lernen. Gleichzeitig können auf fossilen Rohstoffen basierende Technologien von früheren Lerneffekten, Skaleneffekten und Netzwerkexternalitäten profitieren; zudem sind Investitionen oft anwendungsspezifisch und können nicht leicht einem neuen Zweck zugeführt werden. In der Gesamtwirkung führen diese Effekte zu einer technologischen Pfadabhängigkeit (Arthur, 1989). Diese wird noch verstärkt durch eine ko-evolutionäre Entwicklung von auf fossilen Rohstoffen basierenden Infrastrukturen, voneinander abhängigen Industrien, Konsummustern und privaten sowie öffentlichen Institutionen, was zu einem schwer zu überwindenden „Lock-in“ in die fossil-basierte Wirtschaftsweise führt (Unruh, 2000; Unruh, 2002). Im Energiesektor wird das Allokationsergebnis von Marktprozessen darüber hinaus von Versorgungssicherheits-Externalitäten verzerrt, die vom Öffentlichen Gut-Charakter einer sicheren Energieversorgung herrühren, sowie von Marktmacht auf Seiten von „alteingesessenen“ Unternehmen (weiterführend hierzu siehe Purkus, 2016).

Theoretisch wäre eine freiwillige Internalisierung von Externalitäten durch Verhandlungen zwischen den betroffenen Parteien möglich, aber gerade wenn globale öffentliche Güter wie die Atmosphäre als Treibhausgassenke oder die Biodiversität betroffen sind, werden private

Verhandlungslösungen gewöhnlich durch hohe Transaktionskosten, unklare Eigentumsrechte und Anreize zum Trittbrettfahren verhindert (vgl. Coase, 1960). Zudem würde selbst eine effiziente Markt-Allokation nicht garantieren, dass das Kriterium der Nachhaltigkeit erfüllt wird (siehe z. B. Daly, 1992; Padilla, 2002; Norgaard, 1992). In ihrer „Beschränkungsfunktion“ muss die Bioökonomie-Governance sicherstellen, dass fossile oder bio-basierte Konsum- und Produktionspfade nicht die ökologische Tragfähigkeit überschreiten, und dass Ressourcen und Möglichkeiten gerecht verteilt werden – sowohl innerhalb gegenwärtiger Generationen als auch in einem generationenübergreifenden Kontext.

Staatliche Eingriffe sind also nötig, um einen Pfadübergang zu fördern. Doch auch sie müssen sich einer Reihe von Herausforderungen stellen, die zu einem „Governance-Versagen“ (Markt- oder Staatsversagen) führen können. Von besonderer Bedeutung sind Informationsprobleme, die durch zahlreiche Unsicherheiten bezüglich der wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen vielfältiger und heterogener Bioökonomiepfade zustande kommen, die untereinander um Rohmaterialien und Investitionen, aber auch um Humankapital konkurrieren (McCormick und Kautto, 2013; Edwards et al., 2008; Purkus et al., 2015). Die wichtige Rolle, die Innovationen beim Übergang zur Bioökonomie zukommt, erhöht noch einmal die Unsicherheit – oft sind die Kosten und Umweltauswirkungen neuer Anwendungen schwer absehbar und können erst mit der Zeit besser erfasst werden, nachdem Forschung und eine Überführung in die kommerzielle Herstellung stattgefunden haben (vgl. Europäische Kommission, 2009; Bioökonomierat, 2013; BMBF, 2010). Obwohl diese Informationsprobleme auch bei Markttransaktionen bestehen, erweisen sie sich im Fall der vergleichsweise hierarchischen staatlichen Interventionen als problematischer, da politische Entscheidungen die Ausrichtung ganzer Wertschöpfungsketten und Wirtschaftszweige beeinflussen und die Kosten falscher Entscheidungen somit hoch sein können (Hayek, 1945; Hayek, 1968/2002).

Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass sich Erfahrungen mit Umweltauswirkungen von Nischenanwendungen nicht notwendigerweise auf größer skalierte Anwendungen übertragen lassen. Ein Beispiel bietet die europäische Biokraftstoffpolitik – hier lösten ambitionierte Ausbauziele für erneuerbare Energien im Transportsektor und Ziele zur Verringerung der Treibhausgasintensität von Kraftstoffen einen internationalen Nachfragesog nach Biokraftstoffen aus, der unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten scharf kritisiert wurde (SRU, 2007; WBGU, 2008). Staatliche Eingriffe zugunsten von Bioökonomiepfaden müssen sich demnach auch der Frage stellen, ob die bestehende Landnutzungsregulierung in der Lage ist, Nachhaltigkeit im Falle einer deutlich wachsenden Biomassenachfrage sicherzustellen –

andernfalls würden ggf. bereits bestehende Markt- und Staatsversagen im Landnutzungssektor verstärkt.

Eine andere potenzielle Ursache von Staatsversagen kann in einem nicht konsistenten System politischer Ziele liegen (Jakubowski et al., 1997: 48 ff.; Gawel, 1999: 244 ff.). Die Ziele, die gewöhnlich im Politikfeld Bioökonomie verfolgt werden (siehe Abschnitt 1), beinhalten ein beträchtliches Konfliktpotential – u. a. stehen sich Wachstum und regionale Wertschöpfung auf der einen und Umweltschutz auf der anderen Seite gegenüber, um nur ein Beispiel zu nennen. Ähnlich wie bei der Bioenergie (vgl. Isermeyer und Zimmer, 2006; Berndes und Hansson, 2007; Purkus, 2016) versprechen verschiedene stoffliche Biomassenutzungspfade unterschiedliche Beiträge zu den einzelnen relevanten Zielen (vgl. Ober, 2015). Eine Prioritätensetzung und transparente Diskussion von Zielkonflikten sind daher wichtige Voraussetzungen für eine kosteneffektive Zielumsetzung. Politisch kann es jedoch rational sein, die Priorisierung von Zielen offenzulassen, sodass im Umgang mit unterschiedlichen Wählergruppen verschiedene Ziele betont werden können (vgl. Kay und Ackrill, 2012: 299). Um die größtmögliche Unterstützung zu erreichen, kann insbesondere die Verbindung von Effizienz-Überlegungen (d. h. die Korrektur von Marktversagen) mit verteilungspolitischen Motiven (d. h. die Verbesserung von Einkommenschancen für bestimmte soziale Gruppen) eine politisch sinnvolle Strategie sein. Aus der Perspektive der Neuen Politischen Ökonomie wird Politikgestaltung dementsprechend nicht als Maximierung sozialer Wohlfahrt betrachtet, sondern als politischer und sozialer Aushandlungsprozess, in dem Politiker, Bürokraten, Wähler und Lobbygruppen jeweils versuchen, den eigenen Nutzen zu maximieren (Dixit, 1996; McCormick und Tollison, 1981). Dies bedeutet, dass es nicht von vornherein als gegeben angesehen werden kann, dass staatliche Eingriffe das Allokationsergebnis im Vergleich zu einem imperfekt funktionierenden Markt verbessern – die in der ökonomischen Wohlfahrtstheorie angestrebte Korrektur von Marktversagen mag aufgrund der dem Wahlsystem innewohnenden politischen Eigenrationalität scheitern, oder weil politische Maßnahmen durch Interessengruppen vereinnahmt werden (Gawel, 1995: 31 ff.; Helm, 2010: 185 f.).

Zudem werden staatliche Interventionen durch die Tatsache erschwert, dass die Bioökonomie-Governance verschiedene räumliche und staatliche Ebenen betrifft. Dies wird durch den überregionalen Charakter der Wertschöpfungsketten bedingt, sowie dadurch, dass relevante Externalitäten (z. B. im Fall von Treibhausgas-Emissionen) und sozioökonomische Auswirkungen (z. B. in Verbindung mit dem Landnutzungswandel) auf verschiedenen

räumlichen Ebenen zum Tragen kommen. Einen effektiven Mehrebenen-Governance-Rahmen zu schaffen, der sowohl öffentliche als auch private Akteure einzubeziehen vermag, ist jedoch eine Herausforderung und bringt mehrere Probleme mit sich, die das institutionelle Design, seine Legitimation und die Koordination der Governance-Ebenen betreffen (Benz, 2009: 18 f.).

Angesichts dieser Herausforderungen wirft das nächste Kapitel einen genaueren Blick auf den Governance-Rahmen der Bioökonomie in Deutschland und diskutiert verschiedene Arten von Governance-Versagen sowie Weiterentwicklungsperspektiven.

3 Bausteine der holzbasierten Bioökonomie-Governance in Deutschland

Im Folgenden wird untersucht, wie die „ermöglichenden“ und „beschränkenden“ Governance-Funktionen im Fallbeispiel der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland umgesetzt werden. Zunächst wird ein kurzer Überblick über die relevanten Akteursgruppen und ihr jeweiliges Interesse an der Governance der Bioökonomie-Transformation gegeben. Danach wird analysiert, welche Institutionen bei der Gestaltung von Entscheidungsregeln, die das Handeln der Akteure steuern, eine zentrale Rolle spielen. Abschließend wird diskutiert, ob sich Anzeichen für Governance-Versagen finden lassen, und worin die Rolle einer Bioökonomie-Politik bestehen kann. Bisher erweisen sich politische Maßnahmen nämlich als besonders einflussreich, wenn es darum geht, Interaktionen zwischen Akteuren der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland zu regeln.

3.1 Bestimmung und Beschreibung relevanter Akteursgruppen

Die holzbasierte Bioökonomie umfasst Sektoren wie die Land- und Forstwirtschaft, den Energiesektor, die chemische Industrie, die industrielle Biotechnologie, die Papier- und die Holzverarbeitende Industrie sowie die Bauwirtschaft. Sie ist somit ein sehr heterogenes, durch verschiedenste Akteure und Interessen geprägtes Feld. Als Grundtypen lassen sich die folgenden Akteursgruppen unterscheiden (nach Pannicke et al., 2015): Der Unternehmenssektor, forst- und (im Fall von Kurzumtriebsplantagen) landwirtschaftliche Produzenten, Wähler, Konsumenten und gesellschaftliche Interessengruppen wie Naturschutzverbände.

Der *Unternehmenssektor* umfasst eine große Gruppe heterogener Akteure, zu denen sowohl konventionelle holzbasierte Industriezweige wie Holzproduzenten und Sägewerke gehören als

auch die holzverarbeitende Industrie sowie die Bau- und Papierindustrie. Ebenfalls von Bedeutung sind die Hersteller von Konsumgütern und die chemische Industrie mit innovativen Anwendungen wie biobasierte Chemikalien, Kunst- und Werkstoffe, Waschmittel, Körperpflegemittel und Schmierstoffe (FNR, 2014: 115). Diese breite Palette von unternehmerischen Akteuren der holzbasierten Bioökonomie spiegelt sich auch in der Vielfalt ihrer Interessen und ihrer Einflussmöglichkeiten. Viele Akteure – insbesondere in der chemischen Industrie – zeigen dabei kein großes Interesse an einer stringenten Transformationspolitik (VCI, 2012; Bioökonomierat, 2015b).

Für inländische *forstwirtschaftliche Akteure* besteht derzeit wenig Anreiz, die zunehmende Verwendung von Holz als Material aktiv zu unterstützen, da die hohe Nachfrage aus dem Energiesektor und den traditionellen holzverarbeitenden Gewerben bereits günstige Marktbedingungen schafft (vgl. FNR, 2014: 56). Ein Anstieg der Nachfrage nach Holz für verschiedene Einsatzgebiete würde möglicherweise primär den Umfang von Importen erhöhen (vgl. Mantau, 2012), aber ob es dafür eine politische Lobby gibt, ist unklar. Gleichzeitig sind innovative stoffliche Nutzungen oft nicht wettbewerbsfähig gegenüber Alternativprodukten, die auf fossilen Rohstoffen basieren. Eine Erhöhung der inländischen Holzverfügbarkeit gilt als möglich, wird aber derzeit nicht aktiv verfolgt. Auch das Interesse *landwirtschaftlicher Akteure* an Kurzumtriebsplantagen ist begrenzt, da u. a. hohe Anfangsinvestitionen anfallen, bei gleichzeitiger hoher Unsicherheit bezüglich ihrer Profitabilität (Finger, 2016).

Die Präferenzen von *Wählern* in Bezug auf Nachhaltigkeitspolitiken (ob unterstützend oder ablehnend) beeinflussen die politische Entscheidungsfindung, denn ohne ihre Unterstützung bleibt die Glaubwürdigkeit einer Bioökonomie-Politik begrenzt. Die Wähler haben allerdings Grund, solche umwelt- und nachhaltigkeitsorientierten Politikmaßnahmen vorzuziehen, die sie nicht (oder zumindest nicht spürbar) mit Zusatzkosten belasten (Hansjürgens, 2000; Gawel, 1995). Umweltverbände oder grüne Parteien könnten die öffentliche Meinung beeinflussen, aber Voraussetzung dafür ist ein aktives Engagement in der Debatte. Einige Umweltschutzverbände sind derzeit erst dabei, ihre Standpunkte bezüglich der Bioökonomie zu erarbeiten und es ist zu erwarten, dass sie sich stärker einbringen werden, wenn diese weiter wächst (McCormick, 2011).

Die Sensibilisierung von *Konsumenten* für biobasierte Produkte ist relativ gering; es ist nicht einfach, deren Vorteile zu kommunizieren, da sie zumeist bestenfalls über ähnliche

Eigenschaften verfügen wie Produkte, die auf fossilen Rohstoffen basieren, aber oftmals teurer sind (Vandermeulen et al., 2012). Für die Zukunft sind verschiedene Szenarien denkbar, in denen Wähler und Konsumenten nachhaltige Produktionsweisen entweder generell unterstützen oder nur dann, wenn die Preise der nachhaltigen Produkte die der konventionellen nicht übersteigen (Hagemann et al., 2016). Andererseits können sich Konsumenten aufgrund von Nachhaltigkeitsbedenken auch zögerlich gegenüber biobasierten Produkten zeigen, wie im Fall der Bioenergie und der Biokraftstoffe bereits geschehen (vgl. Pfau et al, 2014: 1234).

3.2 Der institutionelle Kontext der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland

Untersucht man die Institutionen, die das Handeln von Akteuren regeln, erweist es sich als sinnvoll, verschiedene, ineinander verschachtelte Ebenen zu unterscheiden (Williamson, 2000: 597; Dixit, 1996: 51 ff.): (1) Informelle Institutionen, wie Bräuche, Traditionen und Normen, die sich in einem evolutionären Prozess herausbilden und nur sehr langsam ändern; (2) das institutionelle Umfeld, das formelle Regeln beinhaltet, wie die Verfassung, den gesetzlichen Rahmen und Eigentumsrechte; (3) transaktionsspezifische Governance-Strukturen, wie private Verträge, Netzwerke oder politische Instrumente, wobei letztere als „regulatorische Verträge“ fungieren; (4) Anreize, mit denen Akteure auf Märkten konfrontiert werden und die sich in Preisen und Mengen ausdrücken.

All diese Ebenen interagieren und schaffen so die „Regelungsstruktur“, mit der sich die Akteure der Bioökonomie konfrontiert sehen. Im Folgenden soll der Fokus auf die Governance-Strukturen und die Teile des institutionellen Umfeldes gelegt werden, welche die holzbasierte Bioökonomie in Deutschland besonders betreffen. Beispiele sind das Forstrecht oder das Abfall- und Kreislaufwirtschaftsrecht. Formelle Institutionen, welche die wirtschaftliche Entwicklung insgesamt beeinflussen, wie z. B. das Verfassungsrecht oder geistige Eigentumsrechte (vgl. etwa North, 1990; Sweet und Eterovic Maggio, 2015), sind ebenfalls wichtige Rahmenbedingungen für Investitionen in die Bioökonomie, sie sollen jedoch in dieser Analyse als gegeben angenommen werden. Informelle Institutionen können sich ebenso als wichtige Rahmenbedingungen erweisen – z. B. kann die in der Gesellschaft dominierende Einstellung gegenüber Technologien, die als mit hohen Unsicherheiten behaftet wahrgenommen werden, die Richtung des technologischen Wandels entscheidend beeinflussen (z. B. Wynne, 1983). Für ackerpflanzenbasierte Bioökonomiepfade in Deutschland ist die vorherrschende kritische Haltung gegenüber der Verwendung genetisch veränderter

Organismen in der Landwirtschaft sehr bedeutsam (Nausch et al., 2015; Frewer et al., 2013). Für Holz wird der Einsatz genetisch veränderter Arten ebenfalls erforscht (z. B. Verwer et al., 2010), er spielt aber in der gesellschaftlichen Debatte eine geringere Rolle.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Governance-Strukturen und formellen Regeln des institutionellen Umfeldes, die sich für die holzbasierte Bioökonomie in Deutschland als am bedeutendsten erweisen (nach Pannicke et al., 2015). Je nach Beitrag zur Governance der Bioökonomie-Transformation können verschiedene Kategorien unterschieden werden: Regeln, die die Rohstoffbasis der Bioökonomie fördern; Regeln, welche biobasierte Prozesse und Produkte fördern; und Regeln, die das Ziel haben, den Einsatz fossiler Rohstoffe zu senken. Bei der Umsetzung der „Ermöglichungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance ist weiterhin danach zu unterscheiden, ob der Fokus auf konventionellen Holzressourcen (z. B. Wäldern) und Anwendungen liegt, die vergleichsweise gut etabliert sind (z. B. Bauholz, Holzpellets), oder auf innovativen Holzressourcen (z. B. Kurzumtriebsplantagen) und Anwendungen (z. B. Chemikaliengewinnung aus Holzvergasung). Sowohl bei konventionellen als auch innovativen Bioökonomiepfaden werden Allokationsentscheidungen durch Marktversagen wie Umweltexternalitäten und Pfadabhängigkeiten verzerrt. Positive Lern- und Wissens-Spillovereffekte sind hingegen v. a. mit innovativen Produktions- und Nutzungspfaden verbunden. Weiterhin ist von Interesse, welche Institutionen die „Beschränkungsfunktion“ erfüllen, um die Nachhaltigkeit der geförderten Rohstoffe, Prozesse und Produkte zu sichern.

Tab. 1: Institutionen mit wesentlichem Einfluss auf die holzbasierte Bioökonomie in Deutschland (nach Pannicke et al., 2015)

Governancefunktionen		Primäre Governanceziele		
		Förderung der Ressourcenbasis der Bioökonomie	Förderung biobasierter Prozesse und Produkte	Reduktion der fossilen Ressourcennutzung
Ermöglichungs-funktion: konventionelle Holzressourcen und -anwendungen	Beschränkungs-funktion: Institutionen mit explizitem Nachhaltigkeits-fokus	<ul style="list-style-type: none"> - Wald- und Forstrecht, z. B. Bundeswaldgesetz; - Handelsrecht für Importe, z. B. Holzhandels-Sicherungs-Gesetz, EU-Holzhandelsverordnung (EC 995/2010); - Finanzielle Unterstützung z. B. für Aufforstung, z. B. durch Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK), Agrarumweltmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> - F & E- Förderung; - Forschungsnetzwerke und öffentlich geförderte Cluster, z. B. Cluster Forst und Holz; - Freiwillige Ökolabel, z. B. Blauer Engel, Umweltproduktdeklarationen (z. B. DIN EN ISO 14025:2011-10; DIN EN ISO 14040:2009-11); - Vergaberecht, Gemeinsamer Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten 	
	Institutionen ohne expliziten Nachhaltigkeits-fokus	<ul style="list-style-type: none"> - Netzwerke von Forstbetrieben und Waldeigentümern 	<ul style="list-style-type: none"> - Energieeinsparverordnung (EnEV); - Anreize für energetische Holznutzung im Stromsektor (Einspeisetarife/ Einspeiseprämien); - Anreize für energetische Holznutzung im Wärmesektor (anteilige Nutzungspflicht bei Neubauten, Zuschüsse und Darlehen, reduzierte Umsatzsteuer auf Feuerholz) 	<ul style="list-style-type: none"> - EU-Emissionshandel (Stromsektor); - Steuern, z. B. Stromsteuer, Energiesteuer für Heizstoffe und Kraftstoffe; - Zuschüsse und Darlehen für Investitionen in Energieeffizienz; - Energieeffizienzstandards für Produkte und Gebäude; - Energieeffizienz -Labels für energieverbrauchsrelevante Produkte (EU Energiekennzeichnungsrichtlinie); - Abfall- und Kreislaufwirtschaftsrecht
Ermöglichungs-funktion: innovative Holzressourcen und -anwendungen	Beschränkungs-funktion: Institutionen mit explizitem Nachhaltigkeits-fokus	<ul style="list-style-type: none"> - Agrarrecht (für KUP); - F & E- Förderung; - Finanzielle Unterstützung z. B. für KUP, z. B. als Teil der Gemeinsamen Agrarpolitik (Greening) 	<ul style="list-style-type: none"> - F & E- Förderung; - Forschungsnetzwerke und öffentlich geförderte Cluster, z. B. Spitzencluster BioEconomy; - Anreize z. B. für Biomass-to-Liquid (BtL) durch Biokraftstoffquote, in Verbindung mit verbindlicher Nachhaltigkeits-zertifizierung 	
	Institutionen ohne expliziten Nachhaltigkeits-fokus	<ul style="list-style-type: none"> - Finanzielle Unterstützung z. B. für KUP, z. B. durch Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK); - Förderung des Holzrecyclings, z. B. Kreislaufwirtschaftsrecht 	<ul style="list-style-type: none"> - Normen und Standards, z. B. Biomasseanteil (EN 15440); Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (WPC, CEN/TS 15534), Kompostierbarkeit von Kunststoffen (EN 14995); - Anreize für Holzvergasung im Stromsektor 	<ul style="list-style-type: none"> - Chemikalienregulierung (REACH)

3.2.1 Governance der Bioökonomie-Rohstoffbasis

Die konventionelle Holzproduktion in Wäldern muss den formellen Vorgaben des Deutschen Bundeswaldgesetzes und der Waldgesetze der Bundesländer entsprechen, in denen Nachhaltigkeit als Leitprinzip festgeschrieben ist. Neben dem deutschen Holzhandels-Sicherungs-Gesetz sind die Waldgesetze Teil der “Beschränkungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance, da sie versuchen, die ökologische Nachhaltigkeit der konventionellen Holzproduktion sicherzustellen. Auch das Kreislaufwirtschaftsgesetz ist Teil des relevanten institutionellen Umfeldes, da es den Ressourcenfluss bereits genutzten Holzes regelt. Effektive Anreize für Kaskadennutzungskonzepte dürften allerdings eine Anpassung der Müllgebühren oder der Recycling-Regulierung erfordern (vgl. Ludwig et al., 2014). Kurzumtriebsplantagen (KUP), die ein Beispiel für innovative Holzressourcen sind, unterliegen dem Agrarrecht (vgl. Möckel, 2011).

Innerhalb der Schranken, die das Forst- und das Holzhandelsrecht setzen, werden Entscheidungen in der konventionellen Holzproduktion hauptsächlich durch Märkte koordiniert. Neben Lieferverträgen in Wertschöpfungsketten sind Vereinigungen von Forstwirtschaftsunternehmen und Waldbesitzern Beispiele für private Governance-Strukturen, die Produktionsentscheidungen beeinflussen. Hier liegt der Fokus auf der Verringerung von Produktions- und Transaktionskosten durch Netzwerk- und Skaleneffekte (Wenzelides et al., 2009). Es gibt jedoch auch Politikinstrumente, welche die Rohstoffbasis der Bioökonomie fördern. So wird für Projekte, die das Angebot an Holz erhöhen (z. B. Aufforstungsmaßnahmen, KUP), finanzielle Unterstützung angeboten, beispielsweise durch die deutsche Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) (BMEL, 2014b) und agrarökologische Programme, die Teil der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU sind und durch die Bundesländer kofinanziert und umgesetzt werden (siehe z. B. RL AuW/2007). Über die „grüne“ Säule der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik können KUP nur gefördert werden, wenn keine mineralischen Dünger oder Pestizide verwendet werden (Michalk, 2015), wohingegen die Förderung durch die GAK keine expliziten Nachhaltigkeitsanforderungen stellt (BMEL, 2014b). Aufgrund der Unsicherheiten bezüglich der Entwicklung der Importpreise und der Nachhaltigkeit von Importen betont die Deutsche Waldstrategie 2020, dass die Verfügbarkeit heimischer Holzressourcen (dazu gehören Bauholz, Holz aus KUP und Holzreste) und die Effizienz der Ressourcennutzung weiter gesteigert werden müssen (BMELV, 2011).

3.2.2 Governance biobasierter Prozesse und Produkte

Bei der Governance biobasierter Prozesse und Produkte besteht ein deutlicher Unterschied zwischen stofflichen und energetischen Nutzungen. Im Bereich der stofflichen Nutzung werden Angebot und Nachfrage hauptsächlich durch Märkte geregelt. Derzeit können Preiszuschläge für Nachhaltigkeitsvorteile holzbasierter Produktionspfade v. a. erreicht werden, wenn Konsumenten eine höhere Zahlungsbereitschaft für „grüne“ Produkteigenschaften zeigen. Diese können durch die Teilnahme an freiwilligen Zertifizierungsprogrammen ausgewiesen werden (z. B. der Blaue Engel – das Umweltsiegel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit für nachhaltige Holzprodukte (Blauer Engel, 2015)) oder durch Umwelt-Produktdeklarationen, die auf internationalen Normen basieren (z. B. DIN EN ISO 14025:2011-10; DIN EN ISO 14040:2009-11). Darüber hinaus gibt es internationale Normen und Standards für biobasierte Inhalte (EN 15440) und die Wiederverwendung von Verpackungen, die biobasierte Produkte fördern aber keine umfassenden Nachhaltigkeitsanforderungen beinhalten. Trotz der Kennzeichnung ist die Nachfrage nach biobasierten Produkten allerdings bislang gering (vgl. Wydra et al., 2010). Tatsächlich deuten auch Forschungsergebnisse darauf hin, dass die Bereitschaft der Konsumenten, für „grüne“ Produkteigenschaften deutliche Preisaufschläge zu zahlen, begrenzt ist, was diesen privaten Governance-Ansatz auf die Internalisierung von Umwelteffekten bei Nischenprodukten beschränkt (Carus et al., 2014; Pacini et al., 2013; Schubert und Blasch, 2010).

Die staatliche Förderung stofflicher biobasierter Prozesse und Produkte konzentriert sich auf Forschung und Entwicklung sowie auf die Unterstützung von Clustern und Innovationsnetzwerken mit Akteuren des öffentlichen und des privaten Sektors (z. B. das Spitzencluster Bioökonomie oder das Cluster Forst und Holz). Ergänzend hinzu kommt die selektive Förderung von Nischenanwendungen. Beispiele in Deutschland sind die Energieeinsparverordnung (EnEV), die Vorteile für Holzkonstruktionen in Neubauten bringt (BMELV, 2004), oder das Recht der öffentlichen Beschaffung, das die Berücksichtigung von Umweltaspekten bei Vergabeentscheidungen zulässt (vgl. Ludwig et al., 2014: 83 ff.). Zu beachten ist dabei der Gemeinsame Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten, der festlegt dass im öffentlichen Beschaffungswesen verwendete Holzprodukte nachweislich aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung stammen müssen (Bundesregierung, 2011). Momentan ist die Förderwirkung des Vergaberechts hinsichtlich der Schaffung von Nischen für die holzbasierte Bioökonomie jedoch begrenzt, u. a. weil die Berücksichtigung ökologischer und sozialer Aspekte nicht

verpflichtend ist, ihr Einbezug aber den Komplexitätsgrad entsprechender Ausschreibungsverfahren erhöhen kann (Ludwig et al., 2014). Zudem bestehen Informationsdefizite (Ludwig et al., 2014).

Andererseits gibt es eine Reihe von Politikinstrumenten, die sich bei der Förderung energetischer Holznutzungen als sehr effektiv erwiesen haben (Bruns und Adolf, 2013; Thrän et al. 2011; Purkus, 2016): Hierzu gehören Einspeisetarife und -prämien für Strom aus erneuerbaren Energien im Stromsektor (nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz) sowie – im Wärmesektor – die ordnungsrechtliche Pflicht, den Wärmebedarf neu zu errichtender Gebäude anteilig mit erneuerbaren Energien zu decken (nach dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz). Hinzu kommen Investitionsbeihilfen und verbilligte Kredite für die Installation von Heizsystemen, die erneuerbare Energien nutzen, und ein verminderter Umsatzsteuersatz für Feuerholz. Die energetische Nutzung von Holz stützt sich überwiegend auf relativ etablierte Technologien (z. B. Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung, Holz- und Pelletöfen) und ist nicht an zusätzliche Nachhaltigkeitsanforderungen gebunden. Die Notwendigkeit, auf europäischer oder nationaler Ebene verbindliche Nachhaltigkeitsanforderungen auch für Festbrennstoffe und gasförmige Bioenergieträger im Strom- und Wärmesektor einzuführen, wird weiterhin diskutiert (vgl. Europäische Kommission, 2014). Im Verkehrssektor wird die Gewinnung von Kraftstoffen aus Holz im Prinzip durch die Biokraftstoffquote gefördert, entsprechende Technologien (wie Biomass-to-Liquid-Verfahren) befinden sich aber noch in einer frühen Entwicklungsphase (Naumann et al., 2014: 9). Als biobasierte Verkehrskraftstoffe würden diese Treibstoffe den verpflichtenden Nachhaltigkeitsanforderungen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (2009/28/EC) unterliegen.

3.2.3 Governance der fossilen Ressourcennutzung

Märkte setzen Anreize zur Reduzierung des Verbrauchs fossiler Ressourcen, wenn die Preise solcher Ressourcen und der auf ihnen basierenden Prozesse und Produkte steigen, sei es durch höhere Förderkosten oder die Ausübung von Marktmacht auf Seiten der Förderstaaten. Die Volatilität von Preisentwicklungen (siehe z. B. IEA, 2016) erweist sich allerdings als problematisch, wenn es darum geht Investitionsentscheidungen in Richtung einer langfristigen Substitution fossiler Ressourcen zu lenken. Beim Setzen von Anreizen für einen Pfadwechsel spielen Politikinstrumente, die – wenigstens teilweise – die Umwelteffekte der Nutzung fossiler Ressourcen internalisieren, daher eine wichtige Rolle. Allerdings konzentrieren sich die bestehenden Instrumente der Klimapolitik – wie der europäische

Emissionszertifikatehandel (EU ETS) und Steuern auf Strom, Energieträger und Kraftfahrzeuge – auf den Energiesektor, und nicht auf stoffliche Anwendungen (vgl. Rodi et al., 2011). Zudem ist die Anreizwirkung des Emissionshandels aufgrund der niedrigen und schwankenden Preise für CO₂-Zertifikate in den letzten Jahren bisher begrenzt geblieben (z. B. Koch et al., 2014), während die deutschen Energie- und Kraftfahrzeugsteuern nicht eng an den Klimawirkungen von Allokationsentscheidungen ausgerichtet sind (Gawel, 2010; Gawel und Purkus, 2015). Gleichzeitig legen weder das System des Zertifikatehandels noch die Steuervorschriften Nachhaltigkeitsanforderungen für Holzprodukte fest, was sich als problematisch erweisen könnte, wenn diese Instrumente eine erhöhte Nachfrage nach Holzressourcen auslösen. Neben anreizbasierten Instrumenten umfasst die deutsche Klimapolitik auch verschiedene ordnungsrechtliche Instrumente, die eine Reduzierung des Verbrauchs fossiler Ressourcen bewirken sollen, wie Energieeffizienzstandards für Gebäude und Produkte; der eingesetzte Instrumentenmix und die Stringenz der Maßnahmen variiert dabei zwischen den einzelnen Anwendungsfeldern (vgl. Rodi et al., 2011).

Im Bereich der stofflichen Verwendung könnten die Chemikalienregulierung und das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) durch die Reduzierung des Verbrauchs fossiler Rohstoffe indirekt dazu beitragen, die Entwicklung einer holzbasierten Bioökonomie zu begünstigen (Ludwig et al., 2015). Die Chemikalienregulierung REACH (EC 1907/2006) zielt darauf ab, den Austausch gefährlicher durch weniger gefährliche Substanzen in Produktionsprozessen voranzutreiben, um Auswirkungen, die der menschlichen Gesundheit und der Umwelt schaden, zu verringern (Köck und Kern, 2006). Auch wenn die Chemikalienregulierung Innovationsprozesse auslösen kann, so stellt sie doch biobasierte Substanzen nicht besser als solche, die aus fossilen Ressourcen gewonnen werden, und sie beinhaltet auch keine spezifischen Nachhaltigkeitsanforderungen.

Zudem ist die Wirksamkeit des deutschen Kreislaufwirtschaftsgesetzes als Instrument zur Förderung der Müllvermeidung und des Recyclings von Gebrauchtholz derzeit begrenzt, da Recycling-Anforderungen an die „wirtschaftliche Verhältnismäßigkeit“ geknüpft sind, was beträchtlichen Interpretationsspielraum lässt (Herrmann et al., 2012; Ludwig et al., 2015). Letztlich haben bisher weder Preisentwicklungen noch Politikinstrumente, die darauf abzielen, die Kosten der Nutzung fossiler Ressourcen zu steigern, umfassende Anreize für eine bedeutende Reduzierung des Verbrauchs fossiler Ressourcen in Produktionsprozessen gesetzt.

3.3 Schlussfolgerungen aus der Fallstudienanalyse: Governance-Versagen und die Rolle einer koordinierten Bioökonomie-Politik

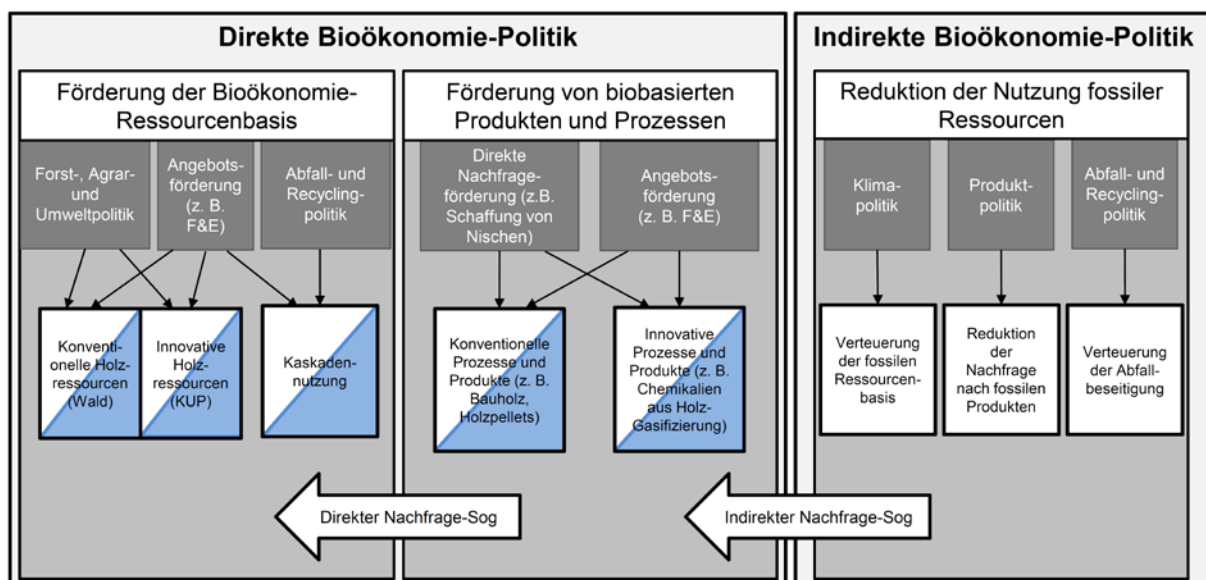
Bei der Steuerung des Pfadübergangs hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie bilden Politiken eine zentrale Komponente der Regelungsstruktur. Die deutsche Fallstudie hat gezeigt, dass Preisentwicklungen auf den Märkten oder private Governance-Initiativen wie freiwillige Nachhaltigkeitszertifikate nicht ausreichen, um die „Ermöglichungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance für mehr als eng begrenzte Nischen-Anwendungen zu erfüllen. Um Umweltexternalitäten, Wissens- und Lern-„Spillover“, Pfadabhängigkeiten und andere Marktversagen, die Allokationsentscheidungen zu Lasten biobasierter Produkte und Prozesse derzeit noch verzerren, umfassend adressieren zu können, sind politische Maßnahmen nötig. Dasselbe gilt für die „Beschränkungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance.

Der Politikmix und die rechtlichen Rahmenbedingungen, die die Allokationsentscheidungen in der Bioökonomie regeln, sind bislang allerdings noch sehr fragmentiert (vgl. Ludwig et al., 2015, Pannicke et al., 2015) und reichen nicht aus, um die „Ermöglichungs-“, und „Beschränkungsfunktionen“ umfassend umzusetzen. Um ein funktionierendes Innovationssystem zu fördern, ist ein koordinierter Mix von angebotsbezogenen „Push“- und direkten und indirekten nachfragebezogenen „Pull“-Politiken nötig (Grubler et al., 2012; Foxon et al., 2005, siehe Abb. 2). Bei stofflichen Bioökonomie-Nutzungspfaden liegt der Fokus bisher – abgesehen von der Strategieentwicklung – auf angebotsbezogenen „Push“-Politiken, die versuchen, das Angebot an biobasierten Rohmaterialien und Technologien zu vergrößern, z. B. indem Mittel für Forschung und Entwicklung bereitgestellt und innovative Cluster unterstützt werden. Direkte nachfragebezogene Pull-Politiken hingegen sind nur bei energetischen Holznutzungen wirksam. Bei indirekten nachfragebezogenen Pull-Politiken, die die Nachfrage nach biobasierten Produkten, Prozessen und Rohmaterialien dadurch steigern, dass sie die Kosten der fossilen Ressourcennutzung erhöhen, gibt es noch reichlich Raum für Verbesserungen – dies gilt für Maßnahmen, die auf den Energiesektor abzielen (z. B. EU-Zertifikatehandel, Energiesteuern), ebenso wie für Maßnahmen, welche stoffliche Nutzungen betreffen (z. B. die Kreislaufwirtschaftsregulierung oder das unterentwickelte Feld einer „stofflichen Klimapolitik“).

Weiterhin berücksichtigen bestehende angebotsbezogene Push- und nachfragebezogene Pull-Politiken nicht immer explizit Nachhaltigkeitsanforderungen – dies ist problematisch, da unklar ist, ob vorhandene Landnutzungsregulierungen ausreichen, um den zunehmenden

Druck auf Ressourcen bereitstellende Ökosysteme unter Kontrolle zu halten (Bringezu et al., 2014: 93 f.). Insbesondere was die Wirksamkeit von Governance-Optionen bei der Nachhaltigkeitssicherung umfangreicher Holzimporte angeht, gibt es viele offene Fragen (Upham et al., 2011; Coath und Pape, 2011). Sollte die Nachfrage nach Holz für die energetische oder die stoffliche Nutzung weiter steigen, wird es notwendig sein, entweder Nachhaltigkeitsvorgaben umfassender beim Instrumentendesign zu berücksichtigen oder eine verpflichtende Nachhaltigkeitszertifizierung für Produkte einzuführen. Um Verzerrungen und Leakage-Effekte zu vermeiden, müsste eine Nachhaltigkeitszertifizierung unabhängig von der letzten Verwendung des Holzes erfolgen und eine Koordinierung der Standards auf der EU-Ebene und darüber hinaus wäre wünschenswert (vgl. Scarlat und Dallemand, 2011). Zudem könnte die Förderung von Kaskadennutzungen zusätzlichen Landnutzungsdruck vermeiden (Bioökonomierat, 2012). Dies würde allerdings Anpassungen im deutschen Kreislaufwirtschaftsrecht erfordern (Ludwig et al., 2015) und wäre durch die Menge der verfügbaren Holzabfälle beschränkt (Mantau, 2012).

Abb. 2: Die drei Säulen der holzbezogenen Bioökonomie-Politik (Pannicke et al., 2015)



Anm.: Blau schraffierte Flächen repräsentieren die Implementierung spezifischer Nachhaltigkeitsanforderungen

Aus der Perspektive von Politikern gesehen ist es nur sinnvoll, Transformationspolitiken zu unterstützen, wenn bei Wählern und einflussreichen Interessensgruppen eine politische Nachfrage nach solchen Maßnahmen vorhanden ist (vgl. Pannicke et al., 2015). Die Analyse von Akteursgruppen hat gezeigt, dass ein umfassender Politikmix für die Bioökonomie bisher kaum eingefordert wird, da die Interessen sehr unterschiedlich sind. Insbesondere sind keine

indirekten, den Einsatz fossiler Ressourcen verteuernde Maßnahmen gefragt, die Kostenbelastungen für Produzenten und/oder Konsumenten mit sich bringen. Stattdessen weist die Fallstudie auf die Bedeutung symbolischer Politik hin (vgl. Edelman, 1990; Hansjürgens, 2000): In Strategien wird betont, dass ein Übergang hin zu einer Bioökonomie wünschenswert sei, aber die praktische politische Umsetzung (wie die Förderung von Forschung und Entwicklung, Informationsverbreitung) reicht nicht aus, um das „Lock-in“ in eine fossilbasierte Wirtschaftsweise zu überwinden. Was die Klimapolitik betrifft, so haben sich Erkenntnisse der Neuen Politischen Ökonomie (vgl. Kap. 2.2) als sehr aussagekräftig erwiesen, wenn es darum geht, Staatsversagen bei der Implementierung effektiver Dekarbonisierungsstrategien zu erklären (vgl. Helm, 2010). Um einen Pfadübergang zur Bioökonomie anzustoßen, ist es daher wichtig zu klären, zu welchen Bedingungen Bedarf und Angebot auf dem Regulierungsmarkt zu einem polit-ökonomischen Gleichgewicht führen können, das mit einem wirtschaftlichen Nachhaltigkeits-Gleichgewicht korrespondiert und wirksame Transformationspolitiken zur Verfügung stellt (vgl. Pannicke et al., 2015).

Das Beispiel der Förderung erneuerbarer Energien zeigt, dass direkte nachfragebezogene Pull-Maßnahmen für die Erlangung politischer Unterstützung wirksamer sind als indirekte (vgl. Jacobsson und Lauber, 2006; Strunz et al., 2016). Doch das Design solcher Maßnahmen wird im Bioökonomie-Kontext durch bedeutende Informationsprobleme erschwert (siehe 2.2). Die Ausgestaltung der europäischen und deutschen Bioenergieförderung und damit verbundene Nachhaltigkeits- und Effizienzbedenken zeigen beispielhaft auf, welche Probleme entstehen können, wenn politisch eine umfangreiche Nachfrage nach biobasierten Produktionspfaden mit unsicheren Kosten sowie ökologischen und sozialen Auswirkungen erzeugt wird (SRU, 2007; WBGU, 2008; Purkus, 2016). Der Mehrebenen-Charakter des politischen Steuerungsproblems (insbesondere was die Implementierung effektiver Sicherungsmechanismen für Nachhaltigkeit angeht), und die unklare Hierarchie konfligierender politischer Ziele sind weitere Herausforderungen für die Governance und erschweren die Gestaltung eines umfassenden Politikmixes für die Bioökonomie.

4 Ausblick: Perspektiven der Bioökonomie-Governance

Ein effizienter Pfadübergang hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie erfordert einen klar umrissenen Governance-Rahmen, in dem der Staat eine aktive Rolle einnimmt, wenn es darum geht, faire Wettbewerbsbedingungen für biobasierte Produkte zu schaffen, Innovationen zu fördern und Nachhaltigkeit sicherzustellen. Die Herausbildung eines effektiven Governance-Rahmens wird durch eine Reihe relevanter „Governance-Versagen“ im Politikfeld erschwert, zu denen es kommt, wenn Märkte oder staatliche Interventionen die Interaktion zwischen interdependenten Akteuren koordinieren. Die Fallstudienanalyse der holzbasierten Bioökonomie in Deutschland hebt die wichtige Rolle von Politiken und des politischen Systems als Regelgeber hervor, wenn es darum geht, Marktversagen zu adressieren und das Lock-in in fossil-basierte Produktions- und Konsumstrukturen zu überwinden.

Die Fallstudie zeigt, dass es bereits diverse Politikinstrumente gibt, welche einen Einfluss auf die holzbasierte Bioökonomie ausüben. Bestehende Maßnahmen sind aber bislang bruchstückhaft und reichen weder vom Ansatz, ihrer Stärke noch ihrer Gesamt-Komposition aus, um einen Pfadübergang anzustoßen. Gleichzeitig wird ein umfassender Transformationspolitik-Mix auf „politischen Märkten“ wenig gefordert – die Heterogenität des Bioökonomie-Feldes und der darin vertretenen Interessen sowie die komparative Profitabilität fossiler Strukturen sind ein wichtiger Erklärungsfaktor. Von diesen Rahmenbedingungen ausgehend kann eine Reihe von Schritten für die weitere Entwicklung der „Ermöglichungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance identifiziert werden. Zunächst ist es empfehlenswert, die Stringenz vorhandener Instrumente nach und nach zu verbessern – dies umfasst sowohl Politiken mit einem direkten Fokus auf nachwachsende Rohstoffe und biobasierte Produkte als auch solche, die darauf abzielen, den Verbrauch fossiler Ressourcen zu reduzieren (z. B. durch die Stärkung des EU-Zertifikatehandels und ergänzender klimapolitischer Instrumente für die nicht darin eingebundenen Sektoren). Gleichzeitig sollten Politiker ein klares langfristiges Bekenntnis zu einem Pfadübergang kommunizieren. Zweitens sollte die bestehende Förderung von Forschung und Entwicklung mit der gezielten Unterstützung von Nischen kombiniert werden – z. B. indem der Einsatz von Holzprodukten aus nachhaltigen Quellen durch ein verbessertes „grünes“ öffentliches Beschaffungswesen gefördert wird (vgl. EU, 2011). Die Unterstützung öffentlich-privater und privater Governance-Initiativen kann die Entstehung von Nischen und die technologische Entwicklung weiter vorantreiben, z. B. durch die Stärkung von Informations- und Kennzeichnungskampagnen, die das Bewusstsein und die

Akzeptanz für nachhaltige biobasierte Produkte bei den Konsumenten verbessern, und durch die Förderung von Wissensaustausch und Netzworkebildung auf der Unternehmensseite. Informationsinstrumente, die sich an Vereinigungen von Waldbesitzern richten, könnten genutzt werden, um die Holzverfügbarkeit in privaten Wäldern zu erhöhen.

Mit der Zeit können diese ersten Schritte einer „ermöglichenden“ Bioökonomie-Governance dazu beitragen, eine „Koalition der Befürworter“ zu bilden, die eine umfänglichere Änderung des institutionellen Rahmens unterstützt. Angesichts der beträchtlichen Unsicherheit, die bezüglich der Nachhaltigkeitswirkungen verschiedener biobasierter Produktionspfade besteht, sollten andererseits Politiken vermieden werden, die einen umfangreichen Nachfragesog für bestimmte stoffliche Holznutzungen erzeugen. Zum einen würden politische Entscheidungsträger für die Planung solcher Maßnahmen ein hohes Maß an Information benötigen, zum anderen wären damit auch bedeutende Verzerrungen von Holzstoffströmen verbunden.

Vielmehr – und hierin besteht die Verbindung zur „Beschränkungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance – sollte der Fokus darauf gelegt werden, ein Selektionsumfeld zu schaffen, das dezentrale Suchprozesse in Richtung nachhaltiger Holzressourcen, Prozesse und Produkte lenkt (z. B. Lieferketten, die auf Recyclingmaterial und Altholz basieren). Dies macht sowohl Anpassungen im Kreislaufwirtschaftsrecht erforderlich, um Anreize für die Etablierung von Nutzungskaskaden zu erhöhen, als auch eine stärkere Ausrichtung der Forschungsförderung auf nachhaltigkeitssteigernde Innovationen, Forschung und Wissensaustausch. Zudem sollten insbesondere direkte nachfragebezogene Pull-Maßnahmen stärker auf nachhaltige Produktion, Recycling und innovative Nischen zielen. Weiterhin ist aufgrund der ubiquitären Unsicherheiten ein lernender Governance-Ansatz erforderlich, mit einer graduellen Umsetzung von Maßnahmen, die Raum für Lernprozesse lässt, und Governance-Strukturen, die dezentrale Experimente erlauben. Hier erscheint eine Stärkung des Zusammenspiels von politischen Maßnahmen und privaten sowie öffentlich-privaten Governance-Strukturen vielversprechend – z. B. könnten gezielte Förderungen für Cluster und Waldbesitzernetzwerke Anreize dafür schaffen, Nachhaltigkeitsüberlegungen schon zu einem frühen Zeitpunkt in die Entwicklung von Produkten und Prozessen bzw. in das Ressourcenmanagement einzubeziehen. Darüber hinaus erfordert eine Stärkung der „Beschränkungsfunktion“ der Bioökonomie-Governance eine Neubewertung bestehender Forst-, Landwirtschafts-, Umwelt- und Handelspolitiken in Bezug auf deren Fähigkeit, Nachhaltigkeit auch im Falle eines starken Anstiegs der Biomassenachfrage zu sichern.

5 Literaturverzeichnis

- Adler, P., Budzinski, M., Erdmann, G., Majer, S., Meisel, K., Schock, S. und Thrän, D. (2015). Sachstandsbericht über vorhandene Grundlagen für ein Monitoring der Bioökonomie: Nachhaltigkeit und Ressourcenbasis der Bioökonomie. Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Leipzig.
- Arthur, B. W. (1989). Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events. *The Economic Journal*, 99 (394), S. 116-131.
- Benz, A., Lütz, S., Schimank, U. und Simonis, G. (2007). Einleitung. In: Benz, A., Lütz, S., Schimank, U. und Simonis, G. (Hrsg.) *Handbuch Governance. Theoretische Grundlagen und empirische Anwendungsfelder*. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, S. 9-25.
- Berndes, G. und Hansson, J. (2007). Bioenergy Expansion in the EU: Cost-effective Climate Change Mitigation, Employment Creation and Reduced Dependency on Imported Fuels. *Energy Policy*, 35 (12), S. 5965-5979.
- Bioökonomierat (2010). Innovation Bioökonomie: Forschung und Technologieentwicklung für Ernährungssicherung, nachhaltige Ressourcennutzung und Wettbewerbsfähigkeit, Berlin.
- Bioökonomierat (2012). Sustainable Use of Bioenergy. Recommendations of the BioEconomyCouncil, Berlin.
- Bioökonomierat (2013). Eckpunktepapier des Bioökonomierates: „Auf dem Weg zur biobasierten Wirtschaft“ (Politische und wissenschaftliche Schwerpunkte 2013–2016). Verabschiedet vom Bioökonomierat am 30.04.2013, Berlin.
- Bioökonomierat (2015a). Bioeconomy Policy. Synopsis and Analysis of Strategies in the G7, Berlin.
- Bioökonomierat (2015b). Die deutsche Chemieindustrie – Wettbewerbsfähigkeit und Bioökonomie. BÖRMEMO 02. Reports of the BioEconomyCouncil, Berlin.
- Blauer Engel (2015). Unser Zeichen für die Umwelt. Online: <https://www.blauer-engel.de/en/our-label-environment> (geprüft am 02.09.2015).
- BMBF (2010). Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030. Unser Weg zu einer biobasierten Wirtschaft, Berlin. Online: www.ptj.de/lw_resource/datapool/items/item_2218/biooekonomie.pdf (geprüft am 14.04. 2016).
- BMBF und BMEL (2014). Bioökonomie in Deutschland—Chancen für eine biobasierte und nachhaltige Zukunft, Berlin. Online: www.bmbf.de/pub/Biooekonomie-in-Deutschland_001.pdf (geprüft am 07.04.2015).
- BMEL (2014a). Nationale Politikstrategie Bioökonomie—Nachwachsende Ressourcen und biotechnologische Verfahren als Basis für Ernährung, Industrie und Energie, Berlin.
- BMEL (2014b). Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 2014 -2017, Berlin.
- BMELV (2011): Waldstrategie 2020. Nachhaltige Waldbewirtschaftung – eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung, Berlin.

- BMELV (2004). Verstärkte Holznutzung: Zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovationen und Arbeitsplätzen (Charta für Holz), Berlin.
- Bringezu, S., Schütz, H., Pengue, W., O'Brien, M., Garcia, F., Sims, R. et al. (2014). Assessing Global Land Use: Balancing Consumption with Sustainable Supply. UNEP/International Resource Panel, Nairobi/Paris.
- Bruns, E. und Adolf, M. (2013). Erneuerbare Wärme in Deutschland: Dynamiken und Akteursinteressen bei der Nutzung biogener Festbrennstoffe. *EnEV aktuell* 3/2013, S. 11-14.
- Carus, M. und Dammer, L. (2013). Food or Non-Food: Which Agricultural Feedstocks Are Best for Industrial Uses? *Industrial Biotechnology*, 9 (4), S. 171-176.
- Carus, M., Eder, A. und Beckmann, J. (2014). Industry Report: Green Premium Prices Along the Value Chain of Biobased Products. *Industrial Biotechnology*, 10 (2), S. 83-88.
- Carus, M., Raschka, A., Fehrenbach, H., Rettenmaier, N., Dammer, L., Köppen, S. et al. (2014). Ökologische Innovationspolitik – Mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzungen von Biomasse. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Coase, R.H. (1960). The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics*, 3, S. 1-44.
- Coath, M. und Pape, S. (2011). Bioenergy: A Burning Issue. Royal Society for the Protection of Birds (RSPB). Online: http://www.rspb.org.uk/Images/Bioenergy_a_burning_issue_1_tcm9-288702.pdf (geprüft am 27.08.2015).
- Daly, H.E. (1992). Allocation, Distribution, and Scale: Towards an Economics that is Efficient, Just, and Sustainable. *Ecological Economics*, 6 (3), S. 185-193.
- De Besi, M. und McCormick, K. (2015). Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies. *Sustainability*, 7 (8), S. 10461-10478.
- Dixit, A.K. (1996). *The Making of Economic Policy: A Transaction-cost Politics Perspective*. MIT Press, Cambridge, MA/London.
- Edelman, M. (1964). *The Symbolic Uses of Politics*. University of Illinois Press, Urbana.
- Edwards, R., Szekeres, S., Neuwahl, F. und Mahieu, V. (2008). Biofuels in the European Context: Facts and Uncertainties. European Commission Joint Research Centre, Petten.
- Europäische Kommission (2014). State of Play on the Sustainability of Solid and Gaseous Biomass Used for Electricity, Heating and Cooling in the EU, Brüssel.
- Europäische Kommission (2012). Innovation für nachhaltiges Wachstum: eine Bioökonomie für Europa. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. COM(2012) 60, Brüssel.
- Finger, R. (2016). Assessment of Uncertain Returns from Investment in Short Rotation Coppice Using Risk Adjusted Discount Rates. *Biomass and Bioenergy*, 85, S. 320-326.
- Fischer, C. und Newell, R.G. (2008). Environmental and Technology Policies for Climate Mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55 (2), S. 142-162.

- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2014). Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow-Prüzen.
- Foxon, T.J., Gross, R., Chase, A., Howes, J., Arnall, A. und Anderson, D. (2005). UK Innovation Systems for New and Renewable Energy Technologies: Drivers, Barriers and Systems Failures. *Energy Policy*, 33 (16), S. 2123-2137.
- Frewer, L.J., van der Lans, I.A., Fischer, A.R.H., Reinders, M.J., Menozzi, D., Zhang, X. et al. (2013). Public Perceptions of Agri-food Applications of Genetic Modification – A Systematic Review and Meta-analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 30 (2), S. 142-152.
- Gawel, E. (1995). *Zur Politischen Ökonomie von Umweltabgaben*. Walter Eucken Institut Vorträge und Aufsätze 146. Mohr, Tübingen.
- Gawel, E. (1999). Umweltordnungsrecht - ökonomisch irrational? Die ökonomische Sicht. In: Gawel, E. und Lübke-Wolff, G. (Hrsg.) *Rationale Umweltpolitik - Rationales Umweltrecht: Konzepte, Kriterien und Grenzen rationaler Steuerung im Umweltschutz*. 1. Aufl., Nomos, Baden-Baden, S. 237-322.
- Gawel, E. (2010). CO₂-basierte Kfz-Steuer – eine Klimaschutzsteuer? *Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR)*, 21 (1), S. 3-8.
- Gawel, E. und Purkus, A. (2015). Die Rolle von Energie und Strombesteuerung im Kontext der Energiewende. *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 39 (2), S. 77-103.
- Grubler, A., Aguayo, F., Gallagher, K., Hekkert, M., Jiang, K., Mytelka, L. et al. (2012). Chapter 24 – Policies for the Energy Technology Innovation System (ETIS). In: GEA (Hrsg.) *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press/IIASA, Cambridge et al., S. 1665-1744.
- Bundesregierung (2011). Gemeinsamer Erlass zur Beschaffung von Holzprodukten; Regelung gilt ab 17. Januar 2011 (Verkündung im Gemeinsamen Ministerialblatt), Berlin. Online: <https://www.bmel.de/DE/Wald-Fischerei/Waldpolitik/texte/HolzbeschaffungErlass.html> (geprüft am 14.06.2016).
- Hagemann, N., Gawel, E., Purkus, A., Hauck, J. und Pannicke, N. (2016). Possible Futures Towards a Wood-based Bioeconomy – A Scenario Analysis for Germany. *Sustainability*, 8 (98), S. 1-24.
- Hansjürgens, B. (2000). Symbolische Umweltpolitik – Eine Erklärung aus Sicht der Neuen Politischen Ökonomie. In: Hansjürgens, B. und Lübke-Wolff, G. (Hrsg.) *Symbolische Umweltpolitik*. Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Hayek, F.A. (1945). The Use of Knowledge in Society. *The American Economic Review*, 35(4), S. 519-530.
- Hayek, F.A. (1968/2002). Competition as a Discovery Procedure. *Quarterly Journal of Austrian Economics*, 5 (3), S. 9-23.
- Helm, D. (2010). Government Failure, Rent-seeking, and Capture: The Design of Climate Change Policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 26 (2), S. 182-196.

- Herrmann, F., Sanden, J., Schomerus, T. und Schulze, F. (2012). Ressourcenschutzrecht – Ziele, Herausforderungen, Regelungsvorschläge. *Zeitschrift für Umweltrecht*, 23 (10), S. 523-526.
- IEA (2016). Medium-term Oil Market Report 2016. Overview. OECD/IEA, Paris.
- Isermeyer, F. und Zimmer, Y. (2006). Thesen zur Bioenergie-Politik in Deutschland. Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie 02/2006. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig.
- Jacobsson, S. und Lauber, V. (2006). The Politics and Policy of Energy System Transformation—Explaining the German Diffusion of Renewable Energy Technology. *Energy Policy*, 34 (3), S. 256-276.
- Jaffe, A.B., Newell, R.G. und Stavins, R.N. (2005). A Tale of Two Market Failures: Technology and Environmental Policy. *Ecological Economics*, 54 (2–3), S. 164-174.
- Jakubowski, P., Tegner, H. und Kotte, S. (1997). *Strategien umweltpolitischer Zielfindung: eine ökonomische Perspektive*. LIT, Münster.
- Jenkins, J.D. (2014). Political Economy Constraints on Carbon Pricing Policies: What are the Implications for Economic Efficiency, Environmental Efficacy, and Climate Policy Design? *Energy Policy*, 69, S. 467-477.
- Kay, A. und Ackrill, R. (2012). Governing the Transition to a Biofuels Economy in the US and EU: Accommodating Value Conflicts, Implementing Uncertainty. *Policy and Society*, 31 (4), S. 295-306.
- Koch, N., Fuss, S., Grosjean, G. und Edenhofer, O. (2014). Causes of the EU ETS Price Drop: Recession, CDM, Renewable Policies or a Bit of Everything?—New Evidence. *Energy Policy*, 73, S. 676-685.
- Köck, W. (2005). Governance in der Umweltpolitik. In: Schuppert, G.F. (Hrsg.) *Governance-Forschung. Vergewisserung über Stand und Entwicklungslinien*. Nomos, Baden Baden, S. 322-345.
- Köck, W. und Kern, K. (2006). Öffentlich-rechtliche Kontrolle von Umweltrisiken, insbesondere Probleme und Perspektiven der europäischen Chemikalienkontrolle. In: Vieweg, K. (Hrsg.), *Risiko-Recht, Verantwortung*. Heymanns Verlag, Köln, S. 279-320.
- Lahl, U. (2014). Bioökonomie für den Klima- und Ressourcenschutz – Regulative Handlungskorridore. BZL Kommunikation und Projektsteuerung/NABU (Naturschutzbund), Berlin/Oyten.
- Limayem, A. und Ricke, S.C. (2012). Lignocellulosic Biomass for Bioethanol Production: Current Perspectives, Potential Issues and Future Prospects. *Progress in Energy and Combustion Science*, 38 (4), S. 449-467.
- Ludwig, G., Tronicke, C., Köck, W. und Gawel, E. (2015). Der Rechtsrahmen für die Bioökonomie in Deutschland. *Die Öffentliche Verwaltung*, 68 (2), S. 41-53.
- Ludwig, G., Tronicke, C., Köck, W. und Gawel, E. (2014). Rechtsrahmen der Bioökonomie in Mitteldeutschland. Bestandsaufnahme und Bewertung. UFZ Discussion Papers 22/2014. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Leipzig.

- Mantau, U. (2012). Holzrohstoffbilanz Deutschland – Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung von 1987 bis 2015. Universität Hamburg, Hamburg.
- Mayntz, R. (2005). Governance Theory als fortentwickelte Steuerungstheorie? In: Schuppert, G.F. (Hrsg.) *Governance-Forschung. Vergewisserung über Stand und Entwicklungslinien*. Nomos, Baden Baden, S. 11-20.
- McCormick, K. (2011). The Emerging Bio-economy in Europe: Exploring the Key Governance Challenges. In: World Renewable Energy Congress 2011, 8-13 May 2011, Linköping, Sweden.
- McCormick, K. und Kautto, N. (2013). The Bioeconomy in Europe: An Overview. *Sustainability*, 5 (6), S. 2589-2608.
- McCormick, R.E. und Tollison, R.D. (1981) *Politicians, Legislation and the Economy: An Inquiry into the Interest-Group Theory of Government*. Martinus-Nijhoff, Boston.
- Michalk, K. (2015). The Legal Framework for Short Rotation Coppice in Germany in the Context of the ‘Greening’ of the EU’s Common Agricultural Policy. In: Manning, D. B., Bemann, A., Bredemeier, M., Lamersdorf, N. und Ammer, C. (Hrsg.): *Bioenergy from Dendromass for the Sustainable Development of Rural Areas*. Wiley VCH, Weinheim.
- Möckel, S. (2011). Agrar- und umweltrechtliche Anforderungen an Kurzumtriebsplantagen. *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ)*, S. 663-666.
- Naumann, K., Oehmichen, K., Zeymer, M., Müllerlanger, F., Scheftelowitz, M., Adler, P., Meisel, K., und Seifert, M. (2014). DBFZ Report Nr. 11: Monitoring Biokraftstoffsektor. Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Leipzig.
- Nausch, H., Sautter, C., Broer, I. und Schmidt, K. (2015). Public Funded Field Trials with Transgenic Plants in Europe: A Comparison between Germany and Switzerland. *Current Opinion in Biotechnology*, 32, S. 171-178.
- Norgaard, R.B. (1992). Sustainability as Intergenerational Equity: Economic Theory and Environmental Planning. *Environmental Impact Assessment Review*, 12 (1–2), S. 85-124.
- North, D.C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ober, S. (2015). Noch ganz am Anfang. Viele offene Fragen beim Ausbau der Bioökonomie. Online: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/ressourcenschonung/biooekonomie/19308.html> (geprüft am 18.04.2016).
- Ollikainen, M. (2014). Forestry in Bioeconomy – Smart Green Growth for the Humankind. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 29 (4), S. 360-366.
- OECD (2009). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. OECD Publishing, Paris.
- Pacini, H., Assunção, L., van Dam, J. und Toneto Jr, R. (2013). The Price for Biofuels Sustainability. *Energy Policy*, 59, S. 898-903.

- Padilla, E. (2002). Intergenerational Equity and Eustainability. *Ecological Economics*, 41 (1), S. 69-83.
- Pannicke, N., Gawel, E., Hagemann, N., Purkus, A. und Strunz, S. (2015). The Political Economy of Fostering a Wood-based Bioeconomy in Germany. *German Journal of Agricultural Economics*, 64 (4), S. 224-243.
- Pfau, S.F., Hagens, J.E., Dankbaar, B. und Smits, A.J.M. (2014). Visions of Sustainability in Bioeconomy Research. *Sustainability*, 6 (3), S. 1222-1249.
- Purkus, A. (2016). *Concepts and Instruments for a Rational Bioenergy Policy. A New Institutional Economics Approach*. Springer, im Druck.
- Purkus, A., Röder, M., Gawel, E., Thrän, D. und Thornley, P. (2015). Handling Uncertainty in Bioenergy Policy Design—A Case Study Analysis of UK and German Bioelectricity Policy Instruments. *Biomass and Bioenergy*, 79, S. 64-79.
- Rhodes, R.A.W. (1996). The New Governance: Governing without Government. *Political Studies*, 44 (4), S. 652-667.
- Richardson, B. (2012). From a Fossil-fuel to a Bio-based Economy: The Politics of Industrial Biotechnology. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 30 (2), S. 282-296.
- Richter, R. und Furubotn, E.G. (2003). *Neue Institutionenökonomik. Eine Einführung und kritische Würdigung*. 3., überarb. und erw. Aufl., Mohr Siebeck, Tübingen.
- Rodi, M., Sina, S., Görlach, B., Gerstetter, C., Bausch, C. und Neubauer, A. (2011). Das Klimaschutzrecht des Bundes – Analyse und Vorschläge zu seiner Weiterentwicklung. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- Scarlat, N. und Dallemand, J.-F. (2011). Recent Developments of Biofuels/Bioenergy Sustainability Certification: A Global Overview. *Energy Policy*, 39 (3), S. 1630-1646.
- Scharpf, F.W. (1997). *Games Real Actors Play. Actor-centered Institutionalism in Policy Research*. Westview Press, Boulder, CO/Oxford.
- Schmid, O., Padel, S. und Levidow, L. (2012). The Bio-Economy Concept and Knowledge Base in a Public Goods and Farmer Perspective. *Bio-based and Applied Economics*, 1 (1): S. 47-63.
- Schubert, R. und Blasch, J. (2010). Sustainability Standards for Bioenergy: A Means to Reduce Climate Change Risks? *Energy Policy*, 38 (6), S. 2797-2805.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2007). Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, Berlin.
- Staffas, L., Gustavsson, M. und McCormick, K. (2013). Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-based Economy: An Analysis of Official National Approaches. *Sustainability*, 5 (6), S. 2751-2769.
- Strunz, S., Gawel, E. und Lehmann, P. (2016) The Political Economy of Renewable Energy Policies in Germany and the EU. *Utilities Policy*, in press, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jup.2016.04.005>.

- Sweet, C.M. und Eterovic Maggio, D.S. (2015). Do Stronger Intellectual Property Rights Increase Innovation? *World Development*, 66, S. 665-677.
- Thrän, D., Edel, M., Pfeifer, J., Ponitka, J., Rode, M. und Knispel, S. (2011). DBFZ Report Nr. 4: Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung. Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ), Leipzig.
- Unruh, G.C. (2000): Understanding Carbon Lock-in. *Energy Policy*, 28 (12), S. 817-830.
- Unruh, G.C. (2002): Escaping Carbon Lock-in. *Energy Policy*, 30 (4), S. 317-325.
- Upham, P., Riesch, H., Tomei, J. und Thornley, P. (2011). The Sustainability of Forestry Biomass Supply for EU Bioenergy: A Post-normal Approach to Environmental Risk and Uncertainty. *Environmental Science & Policy*, 14 (5), S. 510-518.
- Vandermeulen, V., Van der Steen, M., Stevens, C.V. und Van Huylenbroeck, G. (2012). Industry Expectations Regarding the Transition towards a Biobased Economy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6 (4), S. 453-464.
- VCI (Verband der Chemischen Industrie e.V.) (2012). Chancen und Grenzen des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie, Frankfurt (Main).
- Verwer, C.C., Buiteveld, J., Koelewijn, H.P., Tolkamp, G.W., Vries, S.M.G. de, Meer, P.J. van der (2010). Genetically Modified Trees: Status, Trends and Potential Risks. Alterra Report 2039. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Wagner, H.-G. (2015). Bioökonomie – Über die Pervertierung eines grünen Paradigmas. *Zeitschrift für Sozialökonomie (ZfSÖ)*, 52 (186/187), S. 57-68.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2008). Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung, Berlin.
- Wenzelides, M., Kies, U., Hagemann, H., Klein, D., Schulte, A., Kristof, K., Geibler, J. von, und Schlippe, H. (2009). Nachhaltige Holzmobilisierung für Zukunftsmärkte über regionales Clustermanagement. Projektabschlussbericht an die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. für das BMELV. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster.
- Williamson, O.E. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. Free Press, New York.
- Williamson, O.E. (1996). *The Mechanisms of Governance*. Oxford University Press, New York.
- Williamson, O.E. (2000). The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. *Journal of Economic Literature*, 38, S. 595-613.
- Wydra, S., B. Hüsing und Kukk, P. (2010). Analyse des Handlungsbedarfs für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) aus der Leitmarktinitiative (LMI) der EU-Kommission für biobasierte Produkte außerhalb des Energiesektors. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe.
- Wynne, B. (1983). Redefining the Issues of Risk and Public Acceptance. *Futures*, 15 (1), S. 13-32.